

## H18/B06 適応的な行動の発現と制御のメカニズム(1 節 共同プロジェクト研究の理念と概要, 第4章 共同 プロジェクト研究)

雑誌名	東北大学電気通信研究所研究活動報告
巻	13
ページ	255-257
発行年	2007-08
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/40683">http://hdl.handle.net/10097/40683</a>

課題番号 H18/B06

採択回数 ① 2 3

## 適応的な行動の発現と制御のメカニズム

## [1] 組織

代表者:

高草木 薫 (旭川医科大学)

分担者:

浅間 一	東京大学
矢野 雅文	東北大学
富田 望	東北大学
伊藤宏司	東京工業大学
近藤敏之	東京農工大学
松島俊也	北海道大学
前田雄介	横浜国立大学
村田 哲	近畿大学
大久保賢一	東京理科大学
有江浩明	早稲田大学
塩入諭	東北大学
市川純章	諏訪東京理科大学
松宮一道	東北大学
谷 淳	理化学研究所
栗木 一郎	東北大学
高草木 薫	旭川医科大学
森 大志	山口大学
中隣克己	近畿大学
土屋和雄	京都大学
青井伸也	京都大学
木村 浩	電気通信大学
田熊 隆史	大阪大学
井上 康介	茨城大学
鈴木隆文	東京大学
西川 郁子	立命館大学
関 和彦	生理学研究所
黒江康明	京都工芸繊維大学
野村泰伸	大阪大学
満洲邦彦	東京大学
中里泰三	順天堂大学
小山 純正	福島大学
神崎亮平	東京大学
太田順	東京大学
田村雄介	東京大学
石黒章夫	東北大学
大須賀 公一	神戸大学
清水正宏	東北大学

大脇大

東北大学

Tiaza Bem-Sojka Polish Academy of Science, Poland

Pierre Meyrand University of Bordeaux 1, France

三宅美博 東京工業大学

小池康晴 東京工業大学

沢田康次 東北工業大学

高地康宏 東北工業大学

石田裕昭 近畿大学

長野智晃 東京工業大学

櫻田 武 東京工業大学

登美直樹 東京工業大学

郷古 学 東京工業大学

福島 菊郎 北海道大学

大須 理英子 情報通信研究機構 (NICT)

研究費: 物件費 49,623 円, 旅費 567,130 円

## [2] 研究経過

行動発現のメカニズムには生物学的観点から3つのレベルがあると想定される。第一のレベルは生存を可能にする身体恒常性のメカニズムである。これは、運動・感覚などの体性神経機能や循環・呼吸などの自律神経機能に相当する。第二のレベルは、自己内外の環境認知のメカニズムである。内臓感覚や外界環境情報に対しての認知や記憶、そしてその情報への価値の評価という高次脳機能がこれに相当する。そして第三のレベルは、社会やコミュニティーの中から自己のアイデンティティーを確立するメカニズムである。これは、対人関係や社会適応の仕組みであり、さらに社会を創造する仕組みを包含する。

環境はリアルタイムに変化するため、我々は常に時間と空間の持つパラメータ変化に対して適応的な行動を発現しなければならない。そのためには、“脳と身体、そして環境の相互作用が重要な役割を担う。しかし、脳神経系の疾患(パーキンソン病や認知症など)や筋・骨格系の障害(運動器疾患など)では、上記の何れかのレベルにおける適応障害が出現する。また、脳や身体に機能異常がない場合であっても、社会環境の変化に対して適応障害(うつ症状・心身症など)を起こすことがある。

本プロジェクトの研究目的は、生物の持つ適応的な行

動発現のメカニズムを参考にしながら、これを実現する工学システムの構築を目指すことにある。

これら研究により、生物およびロボットに共通する適応行動発現の数理的・生物的原理の解明と、上記の適応障害を克服のための工学的手法の考案、につながると期待される。

プログラム:

11月20日(月) 13:00-18:00

1. 随意運動の階層性と身体-環境適応系  
○富田 望, 矢野雅文(東北大学)
2. 脊髄・筋骨格系機構における分散運動制御系  
○長野智晃(東京工業大学), 近藤敏之(東京農工大学), 郷古 学, 伊藤宏司(東京工業大学)
3. ワイヤ拮抗駆動式ロボットアームの開発  
谷 淳(理化学研究所脳科学総合研究センター), 菅野重樹(早稲田大学), ○有江浩明(早稲田大学)
4. 採餌選択の多元的アルゴリズム  
松島俊也(北海道大学)
5. 招待講演 I  
「視標追跡眼球運動の制御機構」  
福島菊朗氏(北海道大学・医学部)
6. 文脈手掛り効果と無意識処理  
○塩入 諭, 真野拓郎, 藤田克哉, 松宮一道, 栗木一郎(東北大学)
7. 人間の行うピボット操作のモデル化  
○前田雄介, 潮田達也, 杉内 肇(横浜国立大学)
8. 柔軟な接触センサシステムにおける接触強さ情報を用いた角柱形状の触覚  
大久保 賢一, 渡邊 健士(東京理科大学), 市川 純章(諏訪東京理科大学), 原 文雄(東京理科大学)

11月21日(火) 9:30-16:30

1. ボールキャッチングタスクにおける視覚と触覚の関係  
○小池康晴, 川瀬 利弘, 辛 徳(東京工業大学)
2. コミュニケーションダイナミクスの研究  
○高地康宏, 沢田康次(東北工業大学)
3. 頭頂葉ニューロンによる自己身体感覚に基づく他者身体認識  
○石田裕昭, 村田 哲(近畿大学)
4. 招待講演 II  
「運動の制御と学習—行動実験の立場から—」  
大須理英子氏(情報通信研究機構(NICT)/ATR脳情報研究所)
5. 招待講演 III  
“Multistability and neuromodulation: two mechanisms of network activity reconfiguration”  
Dr. Tiaza Bem-Sojka (Department of Bionics, Institute of Biocybernetics and Biomedical Engineering, Polish Academy of Sciences)

#### 6. 招待講演 IV

“Reconfiguration of a rhythmic motor program by a mechanoreceptor neuron”

Dr. Pierre Meyrand (Laboratoire de Neurobiologie des Reseaux. CNRS/ University of Bordeaux1)

#### [3]成果

本年度の研究成果は、上記研究報告会において各研究班の報告で詳しく述べられた。ここではいくつかの成果をピックアップして概要を述べる。

1) 「見なし情報」は、運動遂行における最上位の拘束条件であり、その下で、下位の複数レベルの拘束条件がリアルタイムに生成・充足されなければならない。本年度は、到達運動を例として、運動学・動力学的変化を手先・関節・筋空間に実時間で反映する自律分散制御機構を実現した。

2) 生物の運動制御系は、外部環境を内部に表象し、そこで得られる情報を予測的に用いて運動指令を生成していると考えられる。本年度は、身体・環境系の物理特性を単純な物理特性に分離して内部モデルを獲得する分離認知についての実験的考察を行った。結果、異なるダイナミクスを線形合成した環境では、手先空間における環境との相互作用パターンが時間的あるいは空間的に分離できる場合は、個別に内部モデルを形成できることを明らかにした。

3) 脳・身体系は、複数の部位に対して意図した時間順序で運動指令を出力し、協調的な動作を生成している。日常生活で多く見られる左右の協調運動を成立させる制御メカニズムについて考察した。その結果、a) 左右の同相運動では相互作用関係が強く、逆相運動では独立の制御系になる傾向が強いこと、b) その協調制御はフィードフォワード系として相互関係を持ち、特に、変位情報の相互依存性が強いこと、c) 左右手先の空間距離が近いほど相互依存性が強くなることを示唆する実験結果を見いだした。

成果報告後の総合討論において、生物の持つ適応的な行動発現の工学的実現のためには 1) 予測不可能な環境から行動に必要な認知情報(見なし情報)を生成する脳-環境連関の解明、2) 動的環境に対する行動適応機能の生物学的解明、3) 脳-身体-環境系から構成される適応機能のモデル構成、の3つの視点からモデルを構成し、課題を遂行していくことが重要であるとの結論を得た。

本プロジェクトに参加している研究者を主体とした科研費特定領域研究「身体・脳・環境の相互作用による適応的運動機能の発現」が現在遂行中である。本プロジェクト研究で得られた知見を元に、生物の持つ適応的な行動発現の工学的実現のための道筋が明確になり、今後の発展が期待される。

## [4]成果資料

1. Yano M. Purposive Locomotion of Insect in Indefinite Environment, In H Kimura et al. Eds., *"Adaptive motion of animals and machines"*, Springer-Verlag, Tokyo, 31-40, 2006.
2. Makino Y, Yano M. Pictorial cues constrain depth in da Vinci stereopsis., *Vision Res.* 46(1-2):91-105, 2006.
3. Kawabata K, Saitoh K, Takahashi M, Sugahara M, Asama H, Mishima T, Miyano M, Integrated state evaluation for the images of crystallization droplets utilizing linear and nonlinear classifiers, *Biological Crystallography, Acta Crystallographica Section D*, vol. 62, pp. 1066-1072, 2006.
4. Kiencke U, Nielsen L, Sutton R, Schilling K, Papageorgiou M, Asama H. The Impact of Automatic Control on Recent Developments in Transportation and Vehicle System, *Annual Reviews in Control*, No.30, pp. 81-89, 2006.
5. Aoi S, Tsuchiya K. Stability Analysis of a Simple Walking Model Driven by an Oscillator With a Phase Reset Using Sensory Feedback. *IEEE Transactions on Robotics*, 22(2):391-397, 2006.
6. Aoi S, Tsuchiya K. Bifurcation and Chaos of a Simple Walking Model Driven by a Rhythmic Signal. *International Journal of Non-Linear Mechanics*, 41(3):438-446, 2006.
7. Kurabayashi D, Okita K, Funato T. Obstacle avoidance of a mobile robot group using a nonlinear oscillator network. *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 186-191, Beijing, China, October 9-15, 2006.
8. Funato T, Kurabayashi D. Functional Structure of Autonomically Emerged Network in an Environment. *IEEE International Conference on Computational Cybernetics*, 315-320, Tallinn, Estonia, August 20-22, 2006.
9. Iida S, Kondo T, Ito K. Environmental Adaptation Mechanism for a Biped Walking Robot Control Based on Elicitation of Sensorimotor Constraints, *From Animals to Animats 9, Lecture Notes in Computer Science* 4095, pp.174-184, 2006.
10. Kondo T. Evolutionary design and behavior analysis of neuromodulatory neural networks for mobile robots control. *Applied Soft Computing*, 7, 189-202,
11. Takakusaki K. Forebrain control of locomotor behaviors. *Brain Res. Rev.* (in press)
12. Takakusaki K, Saitoh K and Kashiwayanagi M. The pedunculopontine nucleus and the basal ganglia in locomotion. In: *Recent Breakthroughs in Basal Ganglia Research*, (ed by E. Bezard), 133-149, 2006.
13. Kurkin SA, Akao T, Fukushima J, Fukushima K. Activity of pursuit neurons in the caudal part of the frontal eye fields during static roll-tilt. *Exp Brain Res.* 176(4):658-664., 2007.
14. Yamamoto K, Kawato M, Kotosaka S, Kitazawa S. Encoding of movement dynamics by purkinje cell simple spike activity during fast arm movements under resistive and assistive force fields. *J Neurophysiol.* 97(2):1588-99, 2007.
15. Miyazaki M, Yamamoto S, Uchida S, Kitazawa S. Bayesian calibration of simultaneity in tactile temporal order judgment. *Nat Neurosci.* 9(7): 875-877, 2006.
16. Crinion J, Turner R, Grogan A, Hanakawa T, Noppeney U, Devlin JT, Aso T, Urayama S, Fukuyama H, Stockton K, Usui K, Green D, Price CJ. Language control in the bilingual brain. *Science*, 312 (5779); 1537-1540, 2006.
17. Le Bihan D, Urayama S, Aso T, Hanakawa T, Fukuyama H. Direct and fast detection of neuronal activation in the human brain with diffusion MRI. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 103(21), 8263-8268, 2006.
18. Oshio K, Chiba A, , Inase M. Delay Period Activity of Monkey Prefrontal Neurons during Duration-Discrimination Task. *Eur. J. Neurosci.* 23(10), 2779-2790, 2006.
19. Mori F, Nakajima K, Tachibana A, Mori S. Obstacle clearance and prevention from falling in the bipedally walking Japanese monkey, *Macaca fuscata*. *Age and Aging*, 35(S2), 19-23, 2006.
20. Matsuyama K, Kobayashi S, Aoki M. Projection patterns of lamina VIII commissural neurons in the lumbar spinal cord of the adult cat: an anterograde neural tracing study. *Neuroscience.* 19;140, 203-18, 2006.
21. Ott SR, Aonuma H, Newland PL, Elphick MR. Nitric oxide synthase in crayfish walking leg ganglia: Segmental differences in chemo-tactile centers argue against a generic role in sensory integration. *J Comp Neurol.* 501(3):381-99, 2007.
22. Iwasaki M, Delago A, Nishino H, Aonuma H. Effects of previous experience on the agonistic behaviour of male crickets, *Gryllus bimaculatus*. *Zoolog Sci.* 23(10):863-72, 2006.